

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-181172

(43)Date of publication of application : 11.07.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/768

G23F 4/00

H01L 21/28

H01L 21/3065

(21)Application number : 07-334969

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 22.12.1995

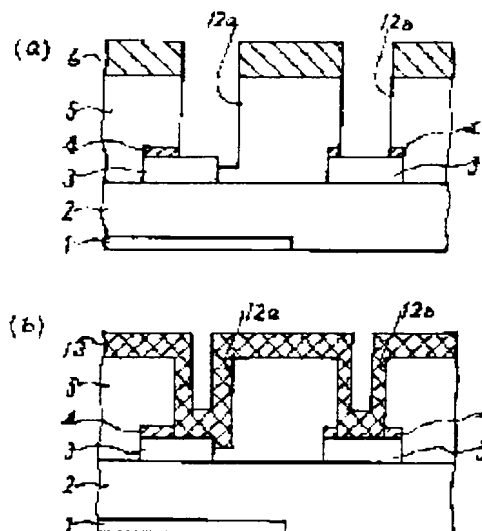
(72)Inventor : YOKOI TAKAHIRO

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely prevent a contact hole from being etched more deeply than necessary, at a low cost without increasing the number of processes.

SOLUTION: A second interlayer insulating film 5 laminated on a first wiring layer 3 is etched as far as the first wiring layer 3, and contact holes 12a, 12b are formed. In this case, the etching condition is as follows; the etching end must be saturated by the etching amount of the second interlayer insulating film 5 which is necessary for forming the contact holes 12a, 12b. The etching condition is set by changing the doping percentage of oxygen gas as the doping gas of etching gas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-181172

(43) 公開日 平成9年(1997)7月11日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 序内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|-------------------------------------|------|--------|---------------|--------|
| H 0 1 L 21/768 | | | H 0 1 L 21/90 | C |
| C 2 3 F 4/00 | | | C 2 3 F 4/00 | F |
| | | | | C |
| H 0 1 L 21/28 | | | H 0 1 L 21/28 | L |
| 21/3065 | | | 21/302 | J |
| 審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁) 最終頁に続く | | | | |

(21) 出願番号 特願平7-334969

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

(22) 出願日 平成7年(1995)12月22日

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 横井 孝弘

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

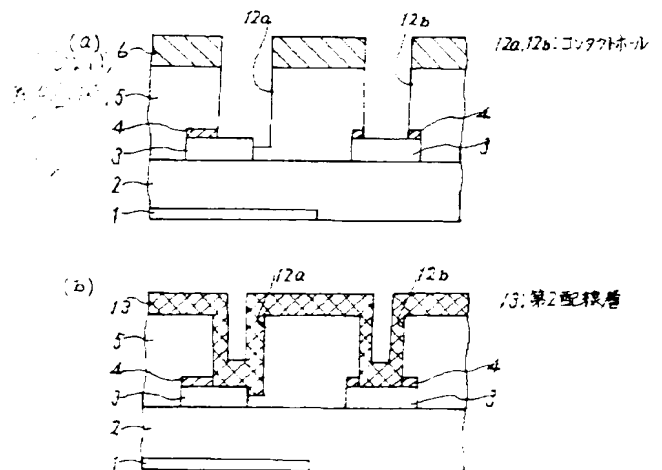
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 アライメントのズレが生じるとコンタクトホールが必要以上にエッチングされ、他の導電部まで到達してしまうという問題点があった。

【解決手段】 第1の配線層3上に積層された第2の層間絶縁膜5を第1の配線層3に至るまでエッチングしコンタクトホールを形成する際、エッチングのエッチングエンドが、コンタクトホール12aを形成する際に必要な第2の層間絶縁膜5のエッチング量にて飽和するようにエッチングのエッチング条件をエッチングガスの添加ガスとしての酸素ガスの添加比率を変化させることにより設定した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板または第1の配線層上に積層された層間絶縁膜を上記半導体基板または上記第1の配線層に至るまでエッチングしてコンタクトホールを形成する半導体装置の製造方法において、上記エッチングのエッチングエング、上記コンタクトホールを形成する際、必要に応じて層間絶縁膜のエッチング量にて飽和するよう上記エッチングのエッチング条件を設定したことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 半導体基板または第1の配線層上に第1の保護膜を備え、コンタクトホールは層間絶縁膜および第1の保護膜を上記半導体基板または上記第1の配線層に至るまでエッチングして形成することを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 コンタクトホールをリアクティブイオンエッチング方法にて形成することを特徴とする請求項1または請求項2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 エッチングガスの添加ガスとしての酸素ガスの添加比率を変化させることによりエッチング条件を設定するようにしたことを特徴とする請求項3記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 添加ガスとしての不活性ガスの添加量を変化させることによりエッチングガスの流量を変化させてエッチング条件を設定するようにしたことを特徴とする請求項3記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 エッチング雰囲気圧力を変化させることによりエッチング条件を設定するようにしたことを特徴とする請求項3記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】 エッチング雰囲気に印加される高周波電力を変化させることによりエッチング条件を設定するようにしたことを特徴とする請求項3記載の半導体装置の製造方法。

【請求項8】 コンタクトホールの開口幅を $1.0\mu\text{m}$ 以下としたことを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コンタクトホールを形成する際、写真製版技術におけるアライメントのズレが生じても、コンタクトホールがを要しエッチングされることのない半導体装置の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図1は従来の半導体装置の製造方法を示す断面図である。以下、この半導体装置の製造方法について説明する。まず、下層配線層1を形成した後、全面に例えば、シリコン酸化膜から成る第1の層間絶縁膜2を積層する。次に、この第1の層間絶縁膜2上に例えば、ポリシリコンを膜厚 300nm および 70nm を膜厚 30nm にて順次積層してターミナルを形成し、第1の配線層3

および第1の保護膜4を形成する。次に、例えば、シリコン酸化膜を全面に堆積し、平坦化を行、第1の配線層3上に膜厚が例えば 500nm にて成る第2の層間絶縁膜5を形成する。次に、レジストを全面に写真製版技術におけるターミナルを形成し、レジスト膜を形成する（図6（a））。この際、アライメントのズレが生じた場合、全面に堆積したレジスト膜は、ターミナルは第1の配線層3上を踏み外れている。

【0003】 次に、レジスト膜6をマスクに第2の層間絶縁膜5および第1の保護膜4のエッチングを例定ばいアライメントずれ、エッチング（以下、RIEと略す）方法にて行い、各コンタクトホール7a、7bをそれぞれ形成する。この際、アライメントのズレが生じているコンタクトホール7aの形成部は第1の層間絶縁膜2を貫通し下層配線層1上まで到達してしまっている（図6（b））。次に、レジスト膜6を除去し、各コンタクトホール7a、7bを介して第2の配線層5を形成する（図6（c））。

【0004】 以下、なぜアライメントのズレが生じた際にはコンタクトホール7aのような箇所が形成されるかについて説明する。まず、コンタクトホール7a、7bを形成するときに第2の層間絶縁膜5のエッチング深さは、第1の保護膜4上までの 800nm 以上に必要となる。これは、例えば図示されていない箇所と図示されている箇所における第2の層間絶縁膜5の膜厚のバラつき、また、エッチングレートバラつき、また、エッチャントのロット内でのバラつき等に伴うもので、ここでは例えば 150nm 程のオーバーエッチングが必要となる。

【0005】 その上、第1の保護膜4をエッチングする際、第1の保護膜4を確実にエッチングするために、第1の保護膜4の膜厚の 100% に相当するオーバーエッチングを行わなければならない。すなわち、第1の保護膜4は膜厚 30nm の2倍の 60nm に相当するエッチングが必要となる。これを第2の層間絶縁膜5のエッチング深さに換算すると、第2の層間絶縁膜5と第1の保護膜4とのエッチング選択比が $10:1$ 程度であるので、 60nm の10倍である 600nm に相当する。

【0006】 以上のことから、アライメントのズレが生じた第2の層間絶縁膜5のエッチング深さは 800nm と 150nm と 600nm とを加算した 1550nm ほどとなり、図6（c）に示すようにコンタクトホール7aの下端は下層配線層1まで到達する箇所を生じることとなる。そして、下層配線層1と第2の配線層5との短絡が生じ、半導体装置の信頼性が低下する。なお、ここでは便宜上第1の保護膜4を用いて説明したが、第1の保護膜4を備えて、なくともこれ以外の様々な要因により上記したような同様の現象は生じることがある。

【0007】 ここで、上記したようなことを防止するため、例えば第1の保護膜4のエッチングの際、エッチ

[illegible][illegible]

【0009】次に、レジスト膜6をマスクに第2の層間絶縁膜8および第1の保護膜4のエッチングを行い、各コンタクトホール10a、10bをそれぞれ形成する。この際、アライメントのズレを生じているコンタクトホール10a形成部は、サイドウォール9が多少エッチングされ膜減りしサイドウォール9aのようになるが、サイドウォール9がエッチングストップとして作用するので、それ以上のエッチングは防止されている（図7（b））。次に、レジスト膜6を除去して、各コンタクトホール10a、10bを介して第2の配線層11を形成する（図7（c））。

【0011】

【発明を解決しようとする課題】従来の半導体装置の製造方法は以上のように行われ、コンタクトホール10a、10bを形成する際、写真製版技術によるアライメントのズレが発生したとしても、サイドウォール9によりコンタクトホール10aが他の箇所でエッチングされるのを防止する。しかしながら、サイドウォール9を形成することによる半導体装置の歩留まりの低下も否めなく、また、サイドウォール9を形成する工程などに余裕が必要になるコストが高くなるという問題点があった。

[illegible]

【0014】

【附註】(一) 此項試驗係在 1950 年 10 月 1 日以前，由本局委託中國醫藥科學院藥理研究所，在該所內之動物試驗室，以白鼠為試驗對象，進行試驗。其結果如下：

一、二、三、四、五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十、三十一、三十二、三十三、三十四、三十五、三十六、三十七、三十八、三十九、四十、四十一、四十二、四十三、四十四、四十五、四十六、四十七、四十八、四十九、五十、五十一、五十二、五十三、五十四、五十五、五十六、五十七、五十八、五十九、六十、六十一、六十二、六十三、六十四、六十五、六十六、六十七、六十八、六十九、七十、七十一、七十二、七十三、七十四、七十五、七十六、七十七、七十八、七十九、八十、八十一、八十二、八十三、八十四、八十五、八十六、八十七、八十八、八十九、九十、九十一、九十二、九十三、九十四、九十五、九十六、九十七、九十八、九十九、一百。

[illegible]

【のこし】 州府、及び支那の領土調査問題の解決を期して、國、支那兩國の共同調査に着手する。此の調査は、日、支、兩國の共同調査に着手する。此の調査は、日、支、兩國の共同調査に着手する。

【0015】次に、この発明に係る請求項4の半導体装置の製造方法は、請求項1において、エッチングマスクの添加ガスとして酸素ガスを添加剤を添加する場合に、エッチングマスクの発生量を設定する工程には、以下の図9

【００１６】また、この発明に係る請求項５の半導体装置の製造方法は、請求項６において、添加ガスとしての不活性ガスの添加量を変化させることによりエッチング速度の流量を変化させてエッチング条件を設定するものにある。

【 0 0 1 7 】 果た、この発明に係る請求項 6 の半導体装置の製造方法は、請求項 6 において、エッチング雰囲気中の圧力を変化させることによりエッチング条件を設定する方法に関するものである。

【００１３】また、この発明に係る請求項７の半導体装置の製造方法は、請求項３において、エッチング雰囲気に加えられる高周波電力を変化させることによりエッチング条件を設定するようにしたものである。

【００１９】また、この発明に係る請求項８の半導体装置の製造方法は、請求項１ないし請求項７において、コンタクトホールの開口幅を、 $1.0\ \mu\text{m}$ 以下としたものである。

【0020】

【発明の実施の形態】

実施の形態１、以下、この発明の実施の形態を図について説明する。図１および図２はこの発明の実施の形態１における半導体装置の製造方法を示す断面図である。以下、この実施の形態１において半導体装置の製造方法を図について説明する。まず、図１の場合に前段に例えば減圧のむき出し面を形成し、その上、膜を堆積し、パターン化を行い、不純物層を形成する。そして、これを覆った上に例えば減圧のむき出し面と露出のむき出し面を用い、その上、酸化膜を堆積し、例えば入射光を照射してパターンの形成を行い、その上、酸化膜を形成して、第１の不純物拡散領域を形成する。

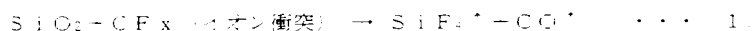
[illegible]

などを微量混合したアルミ合金膜を堆積し第2の配線層3を堆積し、これに例えばアルミを膜厚300nm堆積し、これをパターンニングを行い、第1の配線層3および第1の保護膜4を形成する(図1-4)。次に、例えばアルミを0.1nmにエッチングし第2の層間絶縁膜5を堆積する(図1-5)。次に、例えばCMP法、または、有機系SiO₂を主とする無機SiO₂を用いるエッチング法により第2の層間絶縁膜5を膜厚1000nmをエッチングして平坦化し第2の層間絶縁膜5を形成する。

【0022】次に、レジスタを塗布し写真製版技術によりパターンニングを行い後述するコンタクトホール12a、12bを形成する(図1-6)。この際、アライメントズレの発生により紙面上側のレジスタ膜らのパターンニングは第1の配線層3を踏み外している。次に、レジスタ膜6をマスクに第2の層間絶縁膜5および第1の保護膜4のエッチングを行い、コンタクトホール12a、12bを形成する(図2-1a)。エッチング条件としては、例えばECR-RF装置を用い、C₄F₈のエッチングガスに添加ガスとしてのO₂ガスの添加比率が35%となる条件で行う。このエッチング条件におけるエッチングエンドは、コンタクトホールを形成する際に必要な第2の層間絶縁膜5のエッチング量である例えば950nmにて飽和するように設定されている。

【0023】よって、アライメントズレの発生しているコンタクトホール12aの第1の配線層3を踏み外した箇所のエッチングエンドは、950nm深さ以上エッチングされず停止している。次に、各コンタクトホール12a、12bを介して例えばアルミニウムにシリコンや銅などを微量混合したアルミ合金膜を堆積し第2の配線層13を形成する(図2-1b)。

【0024】以下、エッチング条件の設定について図3



この際、シリコン酸化膜のエッチングに伴い上記式(1)とは別にCF_xから成るフッ素膜が発生し堆積する。酸素ガスはこのフッ素膜をエッチングすることができる。よって、酸素ガスの添加率を変化させることによりコンタクトホール内のフッ素膜の堆積が制御でき、逆にいえば、コンタクトホール内のエッチングエンドの制御が可能となる。

【0025】コンタクトホールを形成する際必要な第2の層間絶縁膜5のエッチング量として例えば950nmとしたがこれは、従来の場合でも示した例えば図4に示すように、飽和と図示されている箇所における第2の層間絶縁膜5の膜厚に等しい。また、エッチングレートが一定であり、また、エッチングレート内で一定であり、また、エッチングレートが一定であるため第2の層間絶縁膜5の膜厚は950nmに等しい量である。

【0026】ここで第1の保護膜4と第2の層間絶縁膜5のエッチング深さで表される深さにより手前には存在

しない図5を用いて詳細に説明する。まず、図5はR1:R2の深さでシリコン酸化膜にコンタクトホールを形成した際、同一半導体基板上で同一エッチング時間でエッチングした際のシリコン酸化膜にコンタクトホール間の幅が等しいエッチングレートとエッチング深さの関係を示す。この図から明らかなようにシリコン酸化膜はエッチングレートによりエッチングレートが異なることになっている。

この現象は一般にR1:R2=1.5といわれる。このことより、エッチング時間が進行しても、ある値でエッチングレートが飽和してしまふと、この現象が生じることが推察できる。この現象を図4にて説明する。これは開口幅が0.4μmのコンタクトホールをあるエッチング条件にて形成した際のエッチング時間とエッチング深さの関係を示したものである。

【0027】このように、エッチングレートが一定深さにて飽和することが確認できる。このように制御可能なエッチング条件として、エッチングガスに添加するガスである酸素ガスの添加率を変化させて行う方法がある。これを図5に示す。これは開口幅が0.4μmのコンタクトホールを形成した際の酸素ガスの添加率とエッチング深さの関係を示したものである。図から明らかなように上記で説明したように、950nmの深さにてエッチングを飽和させたい場合は、酸素ガスの添加率が35%であることが確認できる。また、この図から、酸素ガスの添加率を変化させることにより上記した深さ以外でもそれに適したエッチング条件を容易に設定できることは明らかなである。

【0028】以下、酸素ガスを添加することによりエッチングレートが決定できる原理について説明する。まず、シリコン酸化膜のエッチングは下記式(1)に示すように進行すると考えられる。

【0029】上記のように構成された実施形態1の半導体装置の製造方法によれば、コンタクトホール12a、12bを形成する際は、第2の層間絶縁膜5のエッチング量が必要値にて飽和するようにエッチング条件を、エッチングガスの添加率、酸素ガスの添加率を変化させることにより行う。そこで、時にコンタクトホール12a、12bを形成時、エッチングレートとなる値を形成しないとも容易にコンタクトホール12a、12bのエッチングエンドを所望の箇所に停止できると、信頼性も、信頼性も、半導体装置の製

追加量を増やすことができる。

【0030】実施の形態2、上記実施の形態1ではエッチングガスの添加ガスを酸素ガスの添加比率を変化させることによりエッチング条件を設定する例を示したが、これに限られることはなく、例えば添加ガスとして不活性ガス、例えばAとガスの添加量を変化させることによりエッチングガスの流量を変化させてエッチング条件を設定する方法、また、エッチング雰囲気内圧力を変化させることによりエッチング条件を設定する方法、また、エッチング雰囲気に印加される高周波電力を変化させることによりエッチング条件を設定する方法等においても上記実施の形態1と同様に行うことができる。

【0031】以下、これらの方法の原理について説明する。まず、上記実施の形態1にて説明した上記式(1)と同様のエッチングが行われている時、エッチングガスのエッチング雰囲気内レジデンスタイム（滞在時間）をコントロールすることで、エッチングの脱離を促進したり、また、エッチング堆積に寄与するラジカル量を制御することができる。ここで上記した方法にてエッチング条件を設定すると、このレジデンスタイムの設定が可能となり、延いてはコンタクトホールを形成する際に必要な第2の層間絶縁膜のエッチング量にて飽和させることができる。

【0032】現象としては、不活性ガスの添加量が多くなると、コンタクトホールが深くエッチングできる方向に、また、圧力が低くなると、コンタクトホールが深くエッチングできる方向に、また、高周波電力が大きくなるとコンタクトホールが深くエッチングできる方向に、それぞれ制御可能である。

【0033】実施の形態3、また、上記各実施の形態では第1の保護膜4を備えている場合について説明したが、これに限られることはなく、保護膜を備えていない場合にも、コンタクトホールを形成する際に、アライメントのズレを生じた箇所において、第2の層間絶縁膜5が必要以上エッチングされることはない。

【0034】実施の形態4、上記各実施の形態ではコンタクトホールの開口幅を0.4 μ mの場合について説明したが、これに限られることはなく、コンタクトホールの開口幅が1.0 μ mより大きければ、コンタクトホールが深くなったとして堆積するエッチング膜はイオン衝突によりエッチングされ除去されるため、上記したようにエッチング条件を設定したとしてもエッチングエンドを決定することは困難であるが、コンタクトホールの開口幅が1.0 μ m以下であれば、コンタクトホールが深くなるとイオン衝突がおこりやすくなるため、上記したエッチング条件を設定することにより、エッチングエンドを容易に決定することができる。

【0035】

【発明の効果】以上によれば、この発明の請求項1によれば、半導体基板または第1の配線層上に積層された層

間絶縁膜を半導体基板または第1の配線層に至るまでエッチングしコンタクトホールを形成する半導体装置の製造方法において、エッチングのエッチングエンドが、コンタクトホールを形成する際に必要な層間絶縁膜のエッチング量にて飽和するようエッチングのエッチング条件を設定した上で、層間絶縁膜のエッチングが必要以上に進行せずアライメントのズレが生じても、コンタクトホールの下端が他の導電箇所まで進行することはないため、信頼性が高く、且つ、低コストにて製造可能な半導体装置の製造方法を提供することができる。

【0036】また、この発明の請求項2によれば、請求項1において、半導体基板または第1の配線層上に第1の保護膜を備え、コンタクトホールは層間絶縁膜および第1の保護膜を半導体基板または第1の配線層に至るまでエッチングし形成するので、第1の保護膜を備えたとしても層間絶縁膜のエッチングが必要以上に進行せずアライメントのズレが生じても、コンタクトホールの下端が他の導電箇所まで進行することはないため、信頼性が高く、且つ、低コストにて製造可能な半導体装置の製造方法を提供することができる。

【0037】また、この発明の請求項3によれば、請求項1または請求項2において、コンタクトホールをリアクティブイオンエッチング方法にて形成するので、コンタクトホールの深さ方向のエッチング条件の設定が容易となり、コンタクトホールの最下端が他の導電箇所まで進行することを確実に阻止するため、信頼性が高く、且つ、低コストにて製造可能な半導体装置の製造方法を提供することができる。

【0038】また、この発明の請求項4によれば、請求項3において、エッチングガスの添加ガスとして酸素ガスの添加比率を変化させることによりエッチング条件を設定するので、容易に、且つ、確実にエッチング条件が設定できるため、信頼性が高く、且つ、低コストにて製造可能な半導体装置の製造方法を確実に提供することができる。

【0039】また、この発明の請求項5によれば、請求項3において、エッチングガスの流量を添加ガスとして不活性ガスの添加量を変化させることによりエッチング条件を設定するので、容易に、且つ、確実にエッチング条件が設定できるため、信頼性が高く、且つ、低コストにて製造可能な半導体装置の製造方法を確実に提供することができる。

【0040】また、この発明の請求項6によれば、請求項3において、エッチング雰囲気内圧力を変化させることによりエッチング条件を設定するので、容易に、且つ、確実にエッチング条件が設定できるため、信頼性が高く、且つ、低コストにて製造可能な半導体装置の製造方法を確実に提供することができる。

【0041】また、この発明の請求項7によれば、請求項3において、エッチング雰囲気に印加される高周波電力

を容易に実現することになり、且、その条件を設定することが容易に、且、正確にできる。その条件を設定できるため、信頼性が高く、且、低コストにて製造可能な半導体装置の製造方法を確実に提供することができる。

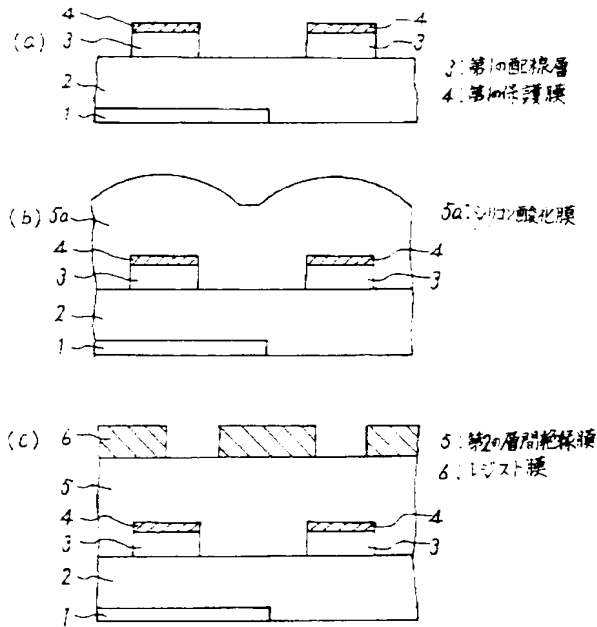
【図2】また、この発明の請求項6によれば、請求項1ないし請求項7のいずれかにおいて、コンタクトパターンの開口幅を1、0.5以下としながら、容易に、且、正確にエッチング条件を設定できるため、信頼性が高く、且、低コストにて製造可能な半導体装置の製造方法を確実に提供することができる。

【図面】簡単な説明

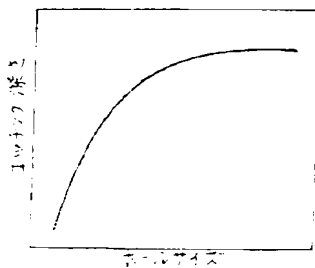
【図1】 この発明の実施の形態1の半導体装置の製造方法を示す断面図である。

【図2】 この発明の実施の形態1の半導体装置の製造方法を示す断面図である。

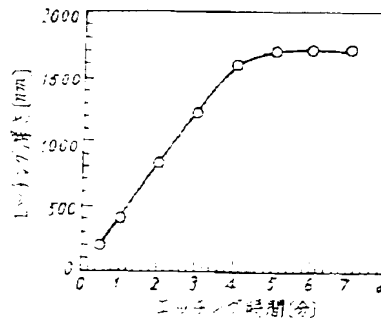
【図1】



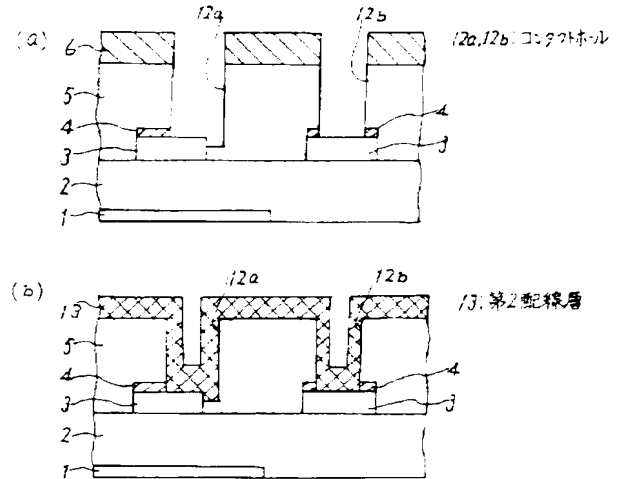
【図3】



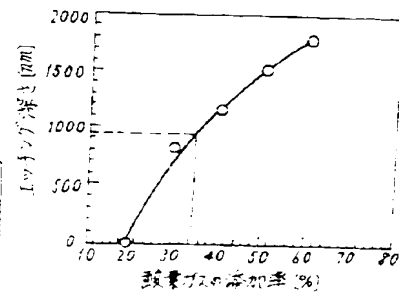
【図4】



【図2】



【図5】



【図3】 図1の(a)を説明する図で、コンタクトパターンの開口幅を1、0.5以下としながら、容易に、且、正確にエッチング条件を設定できる。

【図4】 図1の(b)の開口幅を1、0.5以下としながら、容易に、且、正確にエッチング条件を設定できる。

【図5】 図1の(c)の開口幅を1、0.5以下としながら、容易に、且、正確にエッチング条件を設定できる。

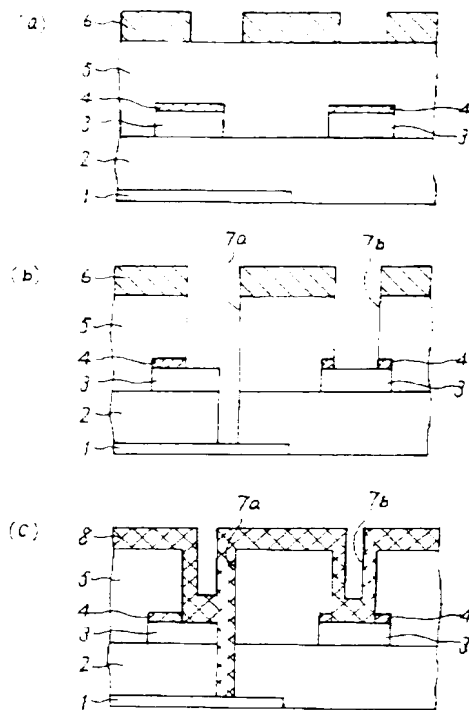
【図6】 図1の半導体装置の製造方法を示す断面図である。

【図7】 図1の半導体装置の製造方法を示す断面図である。

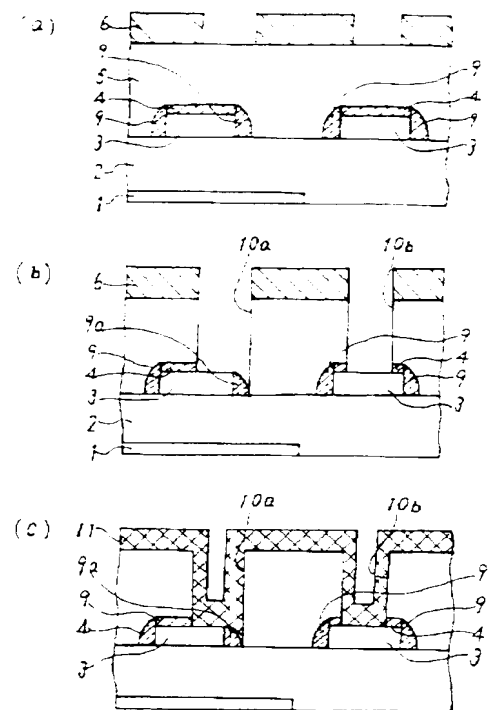
【符号の説明】

3 第1の配線層、4 第1の保護膜、5 第2の層間絶縁膜、12a、12b コンタクトホール、13 第2の配線層。

【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

識別記号

管内整理番号

F I

H 0 1 L 21/90

技術表示箇所

A